

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑪ **DE 36 19342 A1**

⑳ Aktenzeichen: P 36 19 342.9
㉔ Anmeldetag: 9. 6. 86
㉕ Offenlegungstag: 10. 12. 87

405K2/40D4
⑤1 Int. Cl. 4:
B 23 K 26/00
H 05 K 3/42
// H 01 L 21/60

DE 3619342 A1

㉑ Anmelder:

Rohr, Klaus, Dr., 6750 Kaiserslautern, DE; Thömmes,
Rudolf, 5509 Schönberg, DE

㉒ Erfinder:

gleich Anmelder

DOC

Bibliothek
Bur. Ind. Eigendom
8 JAN. 1988

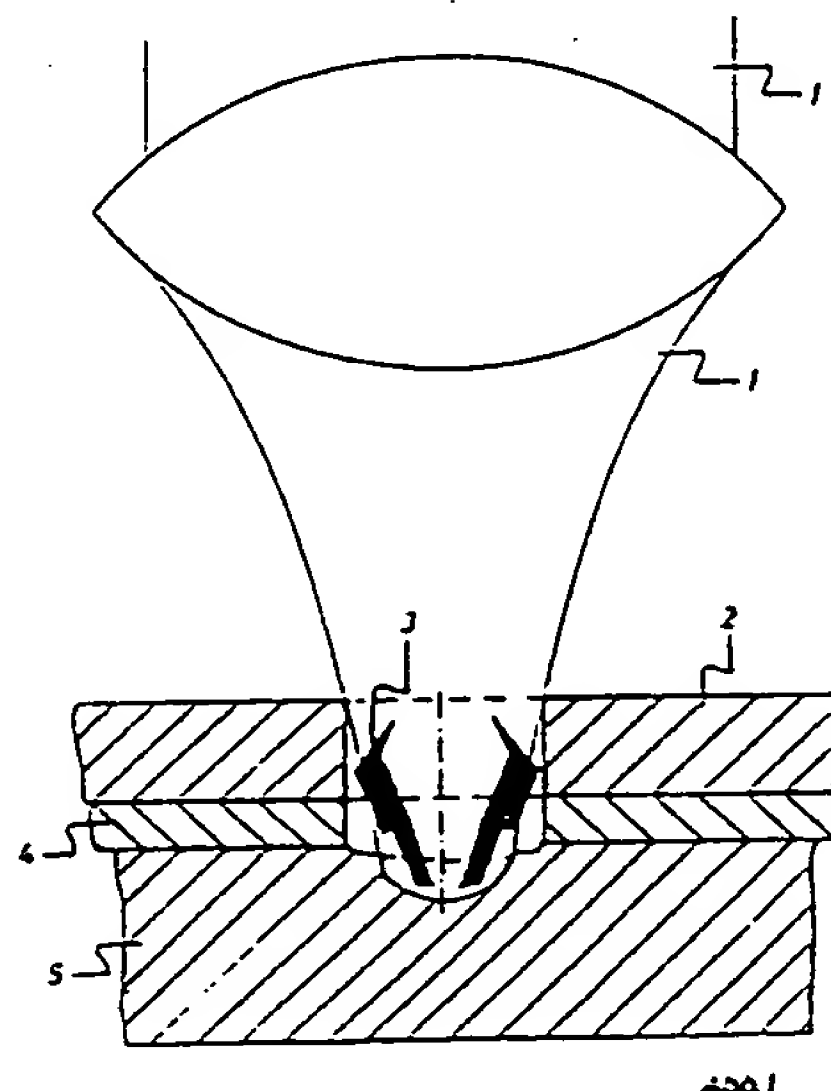
⑤4 Innenbeschichten, Innenlegieren, Innenfüllen von Durchgangslöchern mit Hilfe des Lasers

Das Verfahren stellt eine universelle Methode dar, mit Hilfe des Lasers Durchgangslöcher in einem Werkstück mit einem anderen Material zu beschichten oder aufzufüllen. Dabei kann der Vorgang insbesondere so ablaufen (Abb. 1), daß der Laser (1) in einem Arbeitsgang das zu beschichtende Loch in das Werkstück (2) bohrt und nach Erreichen des hinterlegten Beschichtungsmaterials (4, 5) dieses ausgetrieben wird und sich an der Innenwand des Werkstücks niederschlägt (3).

Vorteile des Verfahrens sind, daß

1. nahezu beliebige Kombinationen von Werkstück und Beschichtungsmaterial möglich sind,
2. nur geringe thermische Belastungen auftreten und
3. hohe Repetitionsraten und ein leicht steuerbares Bearbeitungsraster möglich sind.

Als Anwendungsbereiche bieten sich an: Durchkontaktieren von Mikroschaltkreisen und lokale Veredelung von z. B. Folien zur Erhöhung der mechanischen, chemischen oder biologischen Resistenz.



DE 3619342 A1

1. Verfahren zum Innenbeschichten, Innenlegieren und/oder Innenfüllen von Durchgangslöchern in Werkstücken mit Hilfe eines Laserstrahles, insbesondere zur elektrischen Durchkontaktierung, zum Innenlegieren oder Innenfüllen von Mikrobohrungen, dadurch gekennzeichnet, daß das zum Beschichten, Legieren und/oder Füllen dienende Material (im folgenden zur Abkürzung als Beschichtungsmaterial bezeichnet) an der Rückseite des Werkstückes angebracht ist, das Werkstück von einem Laserstrahl durchbohrt wird, wonach das Beschichtungsmaterial, sobald es vom Laserstrahl erreicht wird, im plasmaförmigen, dampfförmigen und/oder flüssigen Zustand, entgegen dem Laserstrahl in das gebohrte Loch eindringt und dort erstarrt.
2. Verfahren nach Anspruch 1 zum Innenbeschichten, Innenlegieren und/oder Innenfüllen eines vorhandenen Loches in einem Werkstück, dadurch gekennzeichnet, daß ein Laserstrahl durch das Loch fokussiert wird und auf das Beschichtungsmaterial einwirkt, welches auf der Rückseite angebracht ist.
3. Verfahren nach Anspruch 1 und 2 zum Beschichten oder Legieren von offenen Konturen eines Werkstückes, dadurch gekennzeichnet, daß der Laserstrahl bzw. bei ortsfestem Laserstrahl das Werkstück entlang der jeweiligen Kontur geführt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 und 3, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen Rückseite des Werkstückes und Beschichtungsmaterial mindestens eine das Verfahren begünstigende Zwischenschicht angebracht ist.

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Innenbeschichtung, Innenlegierung oder Innenfüllung von Durchgangslöchern mit Hilfe des Lasers. Hierbei besteht die Möglichkeit, Löcher im gleichen Arbeitsgang mit dem Laser zu bohren und innen zu beschichten. Das Verfahren eignet sich vor allem für kleine Lochdurchmesser (Submillimeterbereich) entsprechend dem bekannten Anwendungsspektrum des Laserbohrens.

Zum Innenbeschichten von Löchern werden bisher vielfach Methoden benutzt, wie das thermische Einschmelzen (z. B. beim Durchkontaktieren elektrischer Mikroschaltkreise), das Eindiffundieren oder das Bedampfen.

Diese Methoden belasten thermisch oder chemisch das Werkstück insgesamt, sie sind nur für eine begrenzte Zahl von Stoffkombinationen des zu beschichtenden und des Beschichtungsmaterials prinzipiell verwendbar oder der Wirkungseffekt ist gering (z. B. beim Aufdampfen in dünne Kanäle).

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde eine schnelle, steuerbare, werkstückschonende und bezüglich des Materials universelle Methode zur Innenbeschichtung von Löchern bereitzustellen.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß zum Verdampfen des Beschichtungsmaterials ein Laser benutzt wird, und daß dieser Laser vorteilhaft im gleichen Arbeitsgang zum vorherigen Bohren der Löcher eingesetzt werden kann. Dadurch beinhaltet das Verfahren positive Eigenschaften, die bereits vom Laserbohren und der Lasermaterialbearbeitung allein bekannt sind.

- a) es ist sehr schnell. Repititionsraten bis in den kHz-Bereich sind möglich.
- b) das Bearbeitungsraaster ist computersteuerbar.
- c) das Werkstück wird thermisch nur in einem Bereich von der Größe des Loches belastet, dadurch können wärmeempfindliche Komponenten auch mit hochschmelzenden Stoffen beschichtet werden.
- d) es können Löcher in Materialien mit extremen, physikalischen oder chemischen Eigenschaften beschichtet werden.
- e) es können gegebenenfalls unter Benutzung von harmonisierenden Zwischenschichten beliebige Stoffe eingebracht werden, um bestimmte Wirkungen zu optimieren: z. B. elektrisch oder thermisch hochleitende Stoffe bei elektronischen Bauteilen; chemisch oder biologisch resistente Stoffe etwa zur lokalen Veredelung oder zum Schutz (Holzschutz), physikalisch harte Stoffe zur Erhöhung der Abriebfestigkeit.
- f) Variationen des Lasers ermöglichen wahlweises Aufdampfen, Auflegieren oder Innenfüllen eines geometrisch wählbaren Loches.

Das Prinzip des Verfahrens ist in Abb. 1 dargestellt. Ein geeignet dimensionierter Laserstrahl (1) durchbohrt das Werkstück (2), wobei das Erruptionsgut (3) in Gegenrichtung zum Laserstrahl (1) herausgeschleudert wird. Anschließend trifft der Laserstrahl auf die (dünne) harmonisierende Zwischenschicht (4) und auf das aufzudampfende Material (5). Je nach dessen physikalischen Eigenschaften und Wahl der Laserparameter (z. B. zeitliche Pulsform, Energie, Wellenlänge) bildet sich plasmaförmiges, dampfförmiges oder flüssiges Beschichtungsgut (im letzten Fall ist eine temperaturabhängige Einstellung der Viskosität möglich) welches ebenfalls in Gegenrichtung zum Laserstrahl ausgetrieben wird. Dieses kann in der gewünschten Wandstärke im Bohrkanal zum Niederschlagen, Erstarren oder unter Ausnutzung der harmonisierenden Schicht zum Auflegieren gebracht werden.

Abb. 2 zeigt die Elektronenmikroskopaufnahme eines Loches ($\varnothing 0,2$ mm) in einer Al_2O_3 Keramikscheibe (Dicke 0,7 mm), welches mit einem ersten Laserpuls gebohrt wurde. Die Laserparameter sind hierbei so eingestellt, daß das Beschichtungsmaterial noch nicht erreicht wurde. Bei einem zweiten, unmittelbar folgenden Laserpuls wird Erruptionsgut der harmonisierenden Zwischenschicht (hier Alu-Folie, 0,05 mm Dicke) und des Bedampfungsguts (hier Cu-Blech) in die Bohrung gedrückt und erstarrt dort. Das Ergebnis ist in Abb. 3 wiedergegeben. Durch die Einbringung des Kupfers hat sich der ursprüngliche Lochdurchmesser um ca. 20% verringert.

Als Laser diente im vorliegenden Fall ein gepulstes Nd-Glas-System im Spiking-Betrieb (Multimode, Wellenlänge 1,06 μm , Pulslänge ca. 100 μs). Die Energie lag bei etwa 1 Joule.

3619342

Nummer:

36 19 342

Int. Cl. 4:

B 23 K 26/00

Anmeldetag:

9. Juni 1986

Offenlegungstag:

10. Dezember 1987

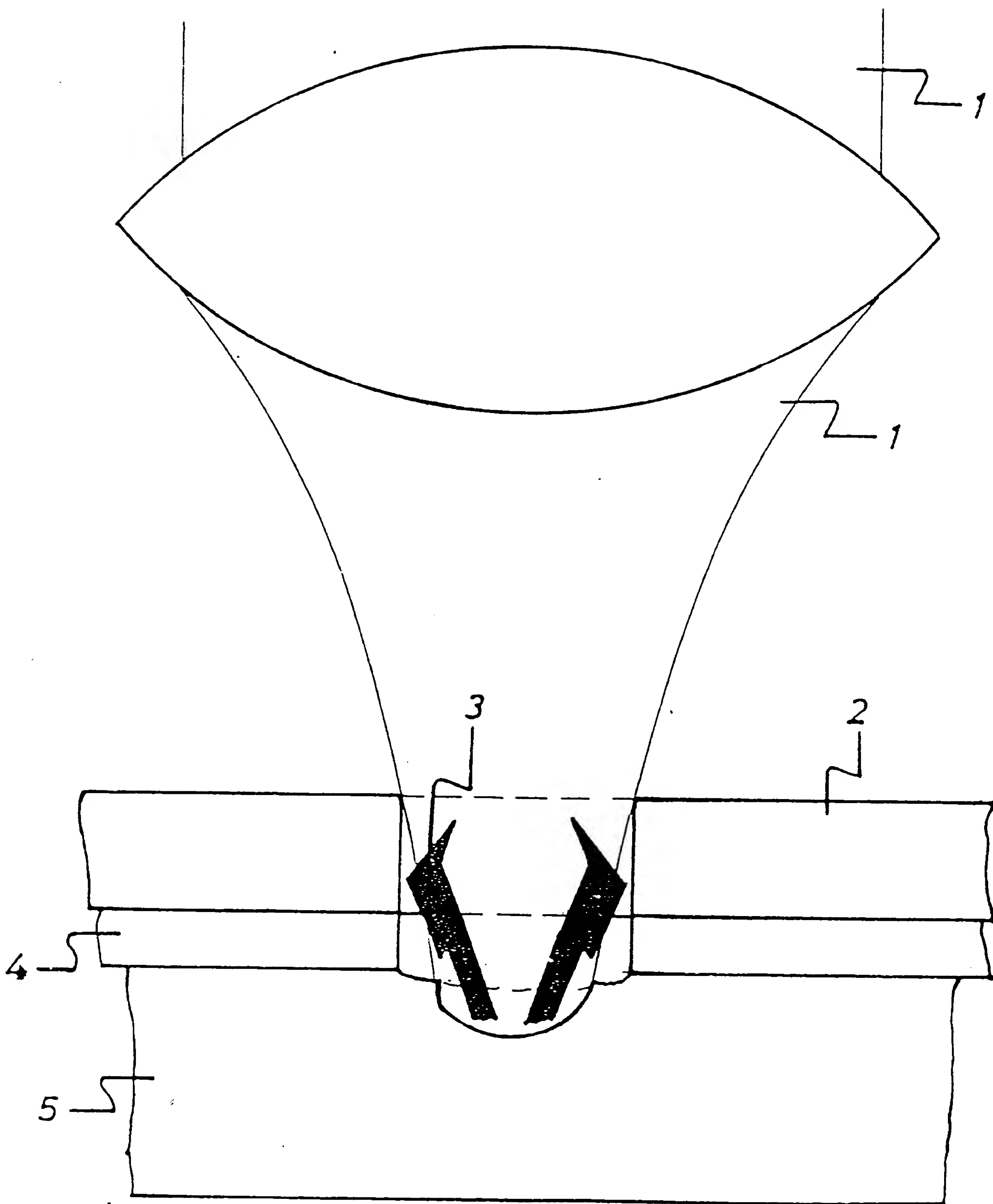
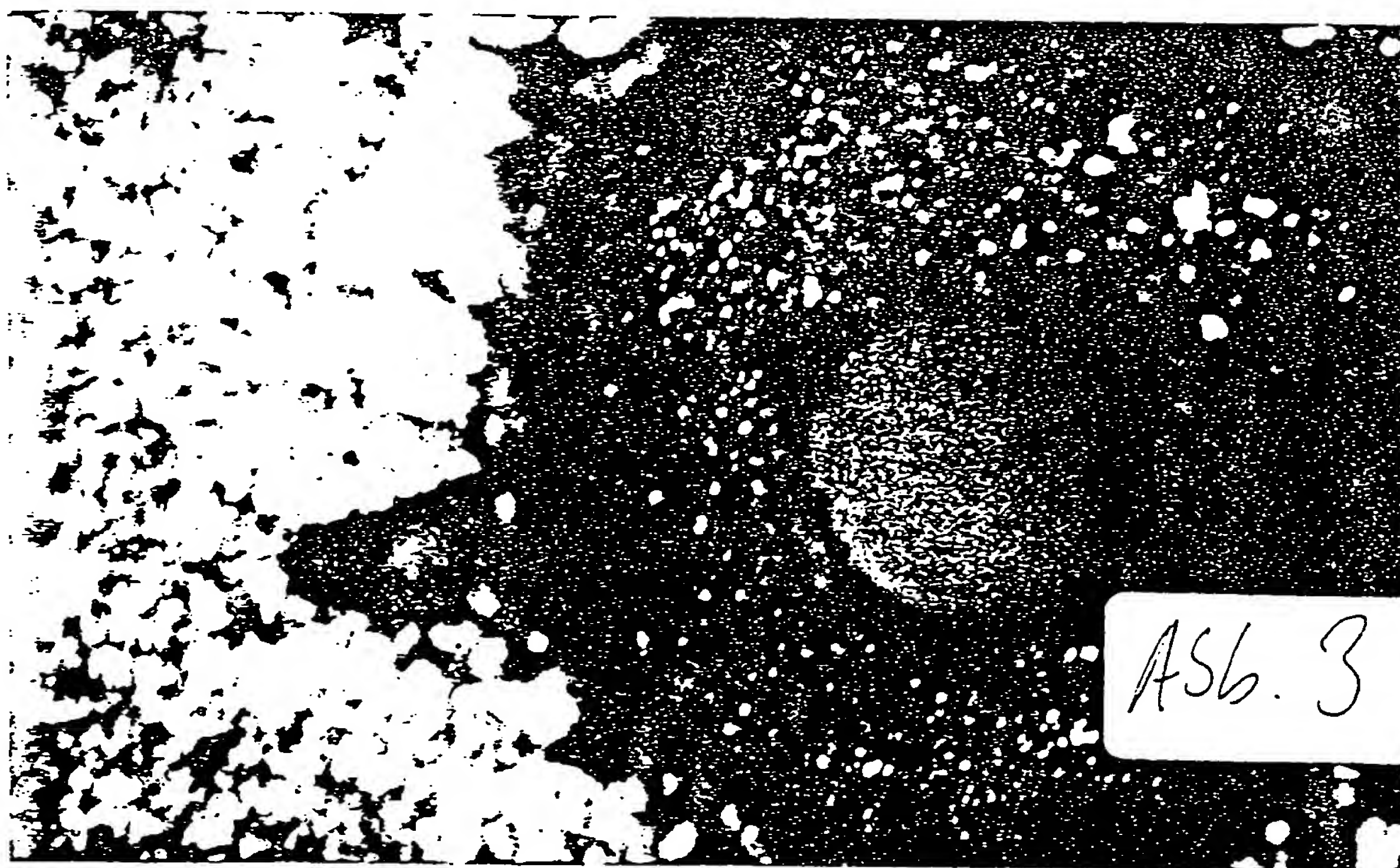


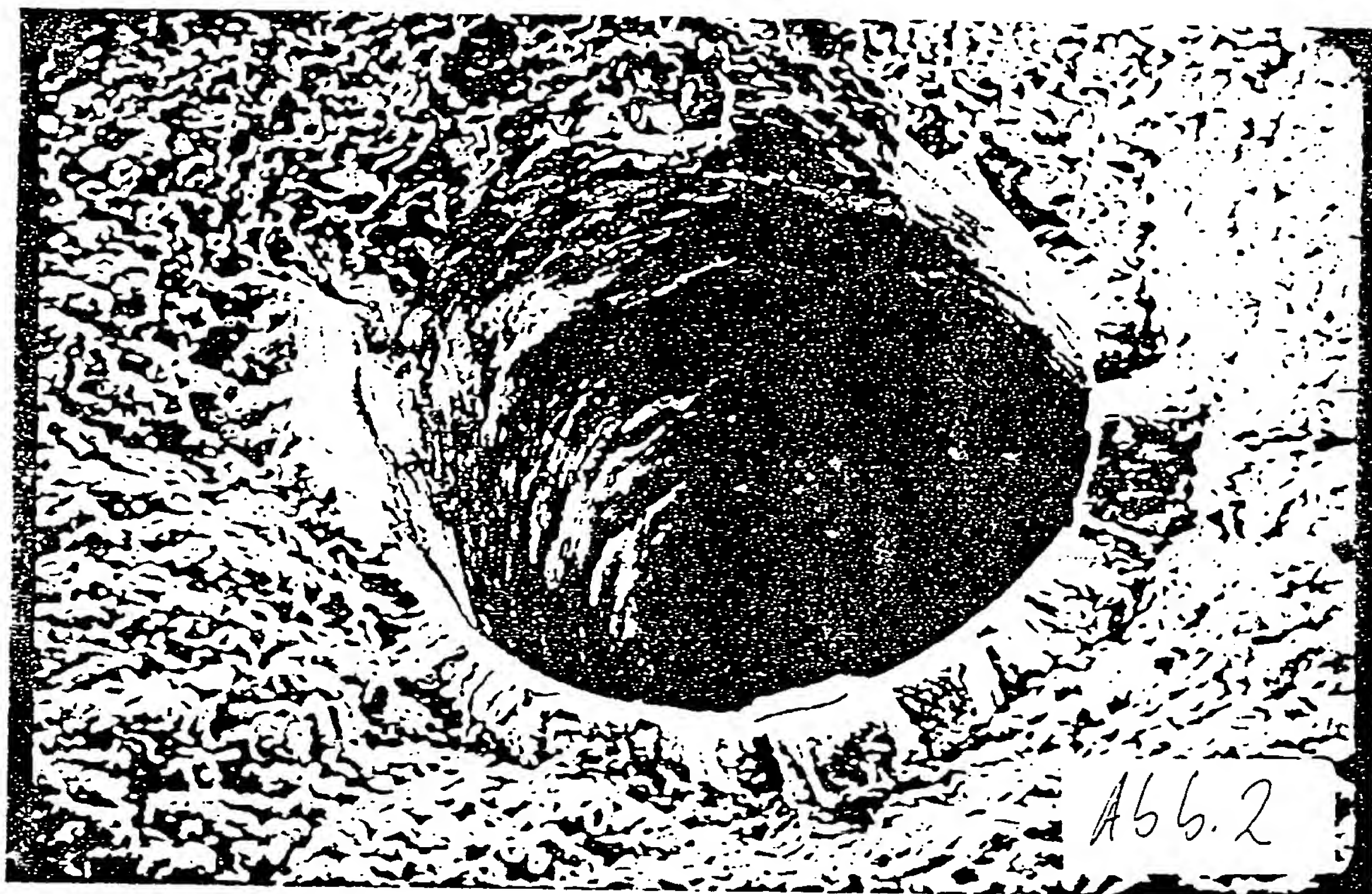
Abb. 1

3619342



100 μ m

3619342



German → English Stoel Rives

German Patent #DE3619342 A1



[19] FEDERAL REPUBLIC OF GERMANY GERMAN PATENT OFFICE

[12] DISCLOSURE PUBLICATION [51] Int. Cl.⁴

[11] DE 36 19 342 A1 B23K 26/00

[21] File No.: P 36 19 342.9

[22] Date of Application: 06.09.86

[43] Disclosure Date: 12.10.87

[19] FEDERAL REPUBLIC [12] DISCLOSURE PUBLICATION

[51] Int. Cl.⁴

[71] Applicant(s): [72] Inventor(s):

Rohr, Klaus, Dr., same as applicants

6750 Kaiserslautern, DE (Germany);

Thömmes, Rudolf,

5509 Schönberg, DE (Germany)

[stamp] (in Dutch) Bibliotheek

Bur. Ind. Eigendorn

Jan. 8, 1988

[54] Internal Coating, Internal Alloying, Internal Filling of
Through Holes with the Use of a Laser

The present process represents a universal method of
coating or filling through holes in a work piece with

SARJAM

another material with the use of a laser. For this purpose the process can proceed in such a manner that, in one sequence, the laser (1) bores the hole to be coated in the work piece (2), and after having reached the coating material on the other side, such material is expelled and is deposited (3) on the interior wall of the work piece.

The advantages of this process lie in the fact that

1. almost any number of combinations of work piece and coating material are possible;
2. only slight thermal stresses occur;
3. high rates of repetition and an easily operated processing screen are possible;

The following areas of application suggest themselves: through-plating of micro-circuits and spot refining of foils, for example, to enhance the mechanical, chemical or biological resistance.

OS 36 19 342

Description

The present invention relates to a process for the internal coating, internal alloying or internal filling of

SARJAM

through holes with the use of a laser. This process also affords the possibility of boring holes with the laser and coating them on their interior in one operation. The process is especially suited for holes of small diameters (in the sub-millimeter range), consonant with the spectrum of applications of laser boring as known in the art.

In the past, a number of methods have been used for coating the interior of bore holes, such as thermal fusing (e.g., in through-plating electric micro-circuits), introduction or vapor-depositing.

These methods place a thermal or chemical stress on the work piece altogether and may principally be used only for a limited number of material combinations of what is to be coated and of the coating material or their effectivity may be only slight (e.g., vacuum metalizing into thin channels).

The present invention is based on the task of making available a fast, readily controllable method of internally coating holes that places little or no strain on the work piece and a method universally applicable with respect to

SARJAM

the material.

This task is solved in accordance with the present invention by using a laser to vaporize the coating material and by this laser's preferably being engaged in the same operation in which the holes will have been bored immediately previous. This process thus contains positive characteristics which as such are already known in the art from laser boring and material processing with lasers.

The chief advantages of this process are:

- a) it is very fast. Rates of repetition into the kHz range are possible;
- b) the processing screen may be controlled by computer;
- c) the work piece is thermally stressed only in the area of the size of the hole, thus permitting heat-sensitive components also to be coated with materials with high melting points;
- d) holes may be coated in materials with radically extreme physical or chemical properties;
- e) under certain circumstances, with the use of harmonizing intervening layers any number of materials

SARJAM

desired can be introduced in order to achieve the best effect possible: for example, materials with high electrical or thermal conductivity for electronic components; chemically or biologically resistant materials for, say, on-the-spot refining or for protection (preserving wood); physically hard materials for increasing abrasive resistance.

f) variations in the laser make a choice possible for vacuum metalizing, alloying up or the internal filling of a hole, the geometry of which can be selected.

The principle of this process is illustrated in Fig. 1. A suitably dimensioned laser beam (1) bores through the work piece (2), during which process the eruptive material (3) is ejected in the opposite direction of the laser beam. The laser beam next strikes the (thin) harmonizing intervening layer (4) and the material (5) to be vacuum metalized. Depending on the physical properties and choice of laser parameters (e.g., temporal impulse form, energy, wave length) a plasma-form, vaporous or liquid coating material is formed (in the latter case of which it is

SARJAM

possible to set the viscosity, depending on temperature), which material is also expelled in the opposite direction of the laser beam. This can be deposited, solidified, or, exploiting the harmonizing layer, alloyed up in the desired wall thickness in the bore channel.

Fig. 2 shows the electronic microscope photograph of a hole (diameter 0.2 mm) in an Al_2O_3 ceramic disk (0.7 mm thick), which was bored with an initial laser impulse. The laser parameters for this have been set in such a manner that the coating material has not yet been reached. In a second laser impulse immediately following, eruptive material from the harmonizing intervening layer (in this case, aluminum foil 0.05 mm thick) and from the vaporizing material (in this case, copper sheet metal) is pressed into the bore hole and solidifies there. The result is reproduced in Fig. 3. By introducing copper, the original hole diameter has been reduced by some 20%.

Serving as the laser in the present case was a pulsed neodymium glass system in spiking operation (multi mode, wave length 1.06 μm ; pulse length approx. 100 μs). Energy was at approx. 1 joule.

SARJAM

Claims:

1. Process for the internal coating, internal alloying and/or internal filling of through holes in work pieces with the use of a laser beam, especially for electrical through-hole plating, for internally alloying and/or filling of micro-bore holes, characterized by the fact that material used for coating, alloying and/or filling (referred to in the following as coating material) is attached to the rear side of the work piece and the work piece is bored through by a laser beam, after which the coating material, as soon as it is reached by the laser beam, penetrates, in the form of plasma, steam and or a liquid and moving opposite the direction of the laser beam, into the bored hole and there it solidifies.

2. Process according to Claim 1 for the internal coating, internal alloying and/or internal filling of an existing hole in a work piece, characterized by the fact that a laser beam is focused through the hole and acts on the coating material, which has been attached to the rear side of the work piece.

SARAJEVO

3. Process according to Claims 1 and 2 for coating, internal or alloying the open contours of a work piece, characterized by the fact that the laser beam, or in the case of a stationary laser beam the work piece itself, is guided along each respective contour.

4. Process according to Claims 1, 2 and 3, characterized by the fact that at least one intervening layer for facilitating the process is located between the rear side of the work piece and the coating material.

Abb. 1 = Fig. 1

(data at upper right):

Number: 36 19 342

Int. Cl.⁴ B 23 K 26/00

Date of Application: June 9, 1986

Disclosure Date: December 10, 1987

Abb. 2 = Fig. 2

Abb. 3 = Fig. 3

SARJAM